

【要約版】

日本におけるダーク・プールの実態分析

2017年9月19日

大境 剛士(※)

t-otsuka@jpx.co.jp

※ (株)東京証券取引所株式会社部株式総務課長
CFA協会認定証券アナリスト

本稿に掲載されている内容や意見は筆者個人に属し、株式会社日本取引所グループ及び株式会社東京証券取引所等、筆者が関係する組織の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りは、全て筆者個人の責に帰すべきものである。

本稿の目的

本稿の目的

(市場WG報告書より抜粋)

- [以上の点を踏まえれば、]ダークプールに対しては、当局が、引き続き、金融商品取引業者に対する規制を通じて実効的な監督に努めるとともに、将来的に新たな課題や環境変化が生じた場合には、必要に応じ、制度的な対応を検討することが適当であると考えられる。



(本稿の目的)

- ダーク・プールの課題や環境変化を適切に捕捉していくためにも、日本におけるダーク・プールの実態について、データに基づく事実関係を中心とした分析・検証を実施し、将来の検討に資するような情報を市場関係者に提供することを目的とする。

ダーク・プールの一般的な特徴

気配情報・約定情報・取引価格・取引時間

（気配情報）

- 気配情報（板情報、注文情報）は非公表（ダークたる所以）。

（約定情報）

- 約定情報（取引情報）は原則としてリアルタイムで公表される。
- 但し、一定程度の遅延公表が認められる国や地域もある。

（取引価格）

- 参照とするリット・プールのBBOの範囲内が原則。
- 現状、BBOのミッドポイントでの約定が多い（詳細後述）。

（取引時間）

- 参照とするリット・プールの取引時間内が原則（そうでなければ、BBOを参照することができないため）。

メリット・デメリット

(ダーク・プールを利用することによるメリット)

- 取引意図の秘匿 (trade intention is not revealed)
 - マーケット・インパクトの回避
- 取引価格の改善 (potential price improvement)
 - リット・プールのBBOよりも有利な価格での約定
- 追加的な流動性の源泉 (additional source of liquidity)
 - 他の投資家がアクセスできない流動性プール

(ダーク・プールを利用することによるデメリット)

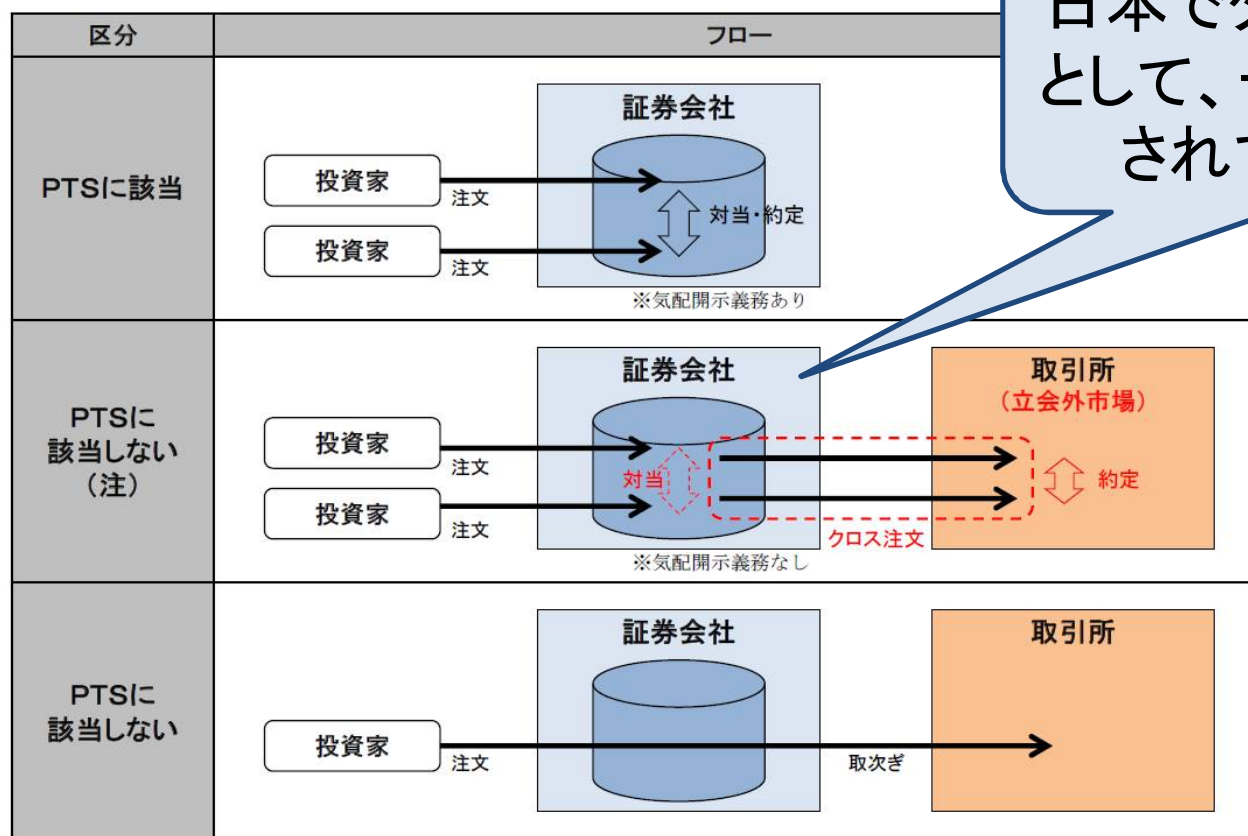
- 取引執行の不確実性 (trade uncertainty)
 - 価格・数量・執行蓋然性について不確実
- レイテンシー・アープの可能性 (potential latency arbitrage)
 - 大口注文執行過程でのHFTによる先回りの行為

日本のダーク・プール独自の特徴

定義

- 諸外国 → 市場の一類型として真正面から定義
- 日本 → PTSの適用除外という裏返しの形で認識(証券会社の一業務)

日本におけるPTSの整理 (イメージ)



日本でダーク・プールとして、一般的に認識されている形態

(注) この結果、気配開示義務にとどまらず、PTSにかかる規制全般が排除されることとなる。

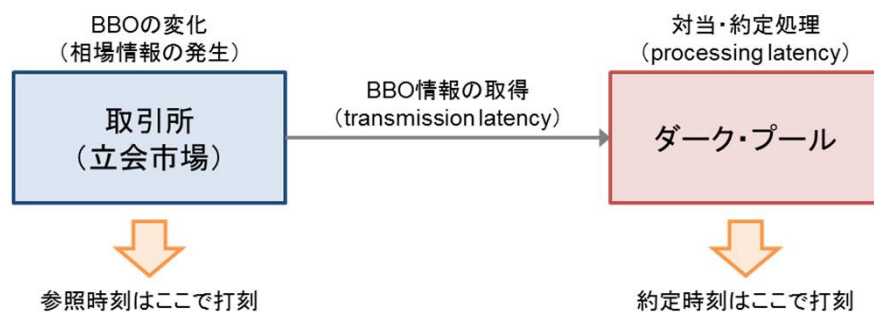
16

(出所) 第2回市場WG事務局説明資料より抜粋

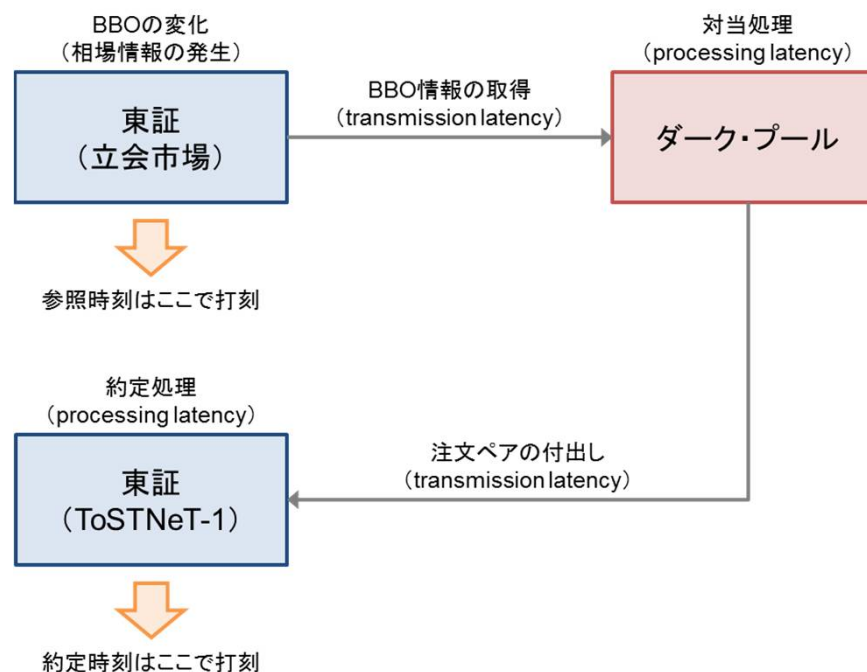
取引所立会外市場への付出し

- 諸外国 → 対当・約定はダーク・プール内で行われる(OTC取引)
- 日本 → 対当はダーク・プール内、実際の約定は取引所立会外市場

諸外国のフロー

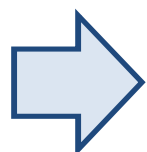


日本のフロー



ToSTNeT-1(単一銘柄取引)の利用

- 取引方式 → 監督指針上の同時性要件を満たす(クロス注文可)
- 取引時間 → 立会市場の取引時間をフル・カバー
- 取引価格 → 立会市場の直近約定価格の上下7%



ダーク・プールからの付出し先として利用できるのは、実質的に、ToSTNeT-1(単一銘柄取引)に限定される状況

	ToSTNeT-1		ToSTNeT-2	ToSTNeT-3
	単一銘柄取引	バスケット取引	終値取引	自己株式立会外買付取引
主な利用方法	個別銘柄の大口取引等	複数銘柄の一括取引	特定時点の価格での取引	事前公表型の自己株式取得
取引方式	クロス取引、相手方指定取引	クロス取引	個別競争売買(クロス優先・時間優先)	板寄せ方式
取引時間	8:20~17:30	8:20~17:30	8:20~8:45、11:30~12:15、15:00~16:00	8:45
取引価格	直近約定価格の上下7%	基準代金の上下5%	前日終値、前場終値、後場終値	前日終値
その他の制約	—	15銘柄以上且つ総売買代金1億円以上	—	自己株式取得のみ利用可、買い方は買付会社のみ

分析の方向性・先行研究

分析の方向性

(実態分析)

- ダーク・プールの基礎的な特徴を明らかにするための分析。
- 数、シェア、1取引当たりの売買高、ダーク・プール運営者による自己取引の関与率、参照する価格の種別(ask、bid又はmid)、約定時刻におけるBBOとの関係性(inside、at又はoutside)、BBOの変化を適切にトラックできていない取引(遅延取引)の状況、こういった銘柄が活発に取引されているのか等。

(遅延分析)

- 実態分析を一步進め、遅延(BBOの変化がダーク・プール内で反映されるまでのタイム・ラグ)に焦点を当てた分析。
- 遅延取引の程度(レイテンシー)、遅延取引によってもたらされる追加的なコスト(レイテンシー・コスト)、レイテンシー・コストによって削られる価格改善、レイテンシー・コストの帰属主体(ダーク・プール内における勝者と敗者)等。

先行研究

(カナダIIROC: Anderson et al. (2016))

- ミッドポイントを参照とする取引のうち4%が遅延取引で、平均4.8ミリ秒の遅延(BBOの変化がダーク・プール内で反映されるまでのタイムラグ)が生じている。
- レイテンシー・コストは、S&P/TSX 60 Index構成銘柄で年間748,188カナダ・ドル(円換算で約6,144万円)。
- 勝者の88%はアクティブ・サイドで、そのうちの83%がHFT。

(英国FCA: Aquilina et al. (2016))

- ミッドポイントを参照とする取引のうち3.54%が遅延取引。
- レイテンシー・コストは、年間420万ポンド(円換算で約6億2,000万円)。
- 勝者となっているアクティブ・サイドのうち、97%がHFT。

※ その他、オーストラリア: ASIC (2015)でも一部分析・検証あり。

データの抽出・分類

用いるデータ

(データ・ソース)

- 東証立会市場のデータ → ダーク・プールの取引がどの時点のBBOを参照しているのかを探索するために用いる。
- ToSTNeT市場のデータ → ダーク・プールの約定情報を抽出・分類するために用いる。

(データ期間)

- 2011年11月21日～2016年12月31日(約5年間)
→ 2011年11月21日は、現行ToSTNeTシステム(第3次ToSTNeTシステム)の稼働日であり、また、取引時間が拡大された日(前場引けを11:00から11:30に延伸)でもある。

(対象銘柄)

- データ期間中にToSTNeT市場で取引が行われた全ての銘柄(但し、CBは除く)。

データの抽出

(ステップ1)

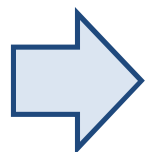
- ToSTNeT市場のデータから、ToSTNeT-1(単一銘柄取引)に係るデータを抽出。

(ステップ2)

- ステップ1で抽出したデータから、東証立会時間内(9:00~11:30、12:30~15:00)に係るデータを抽出。

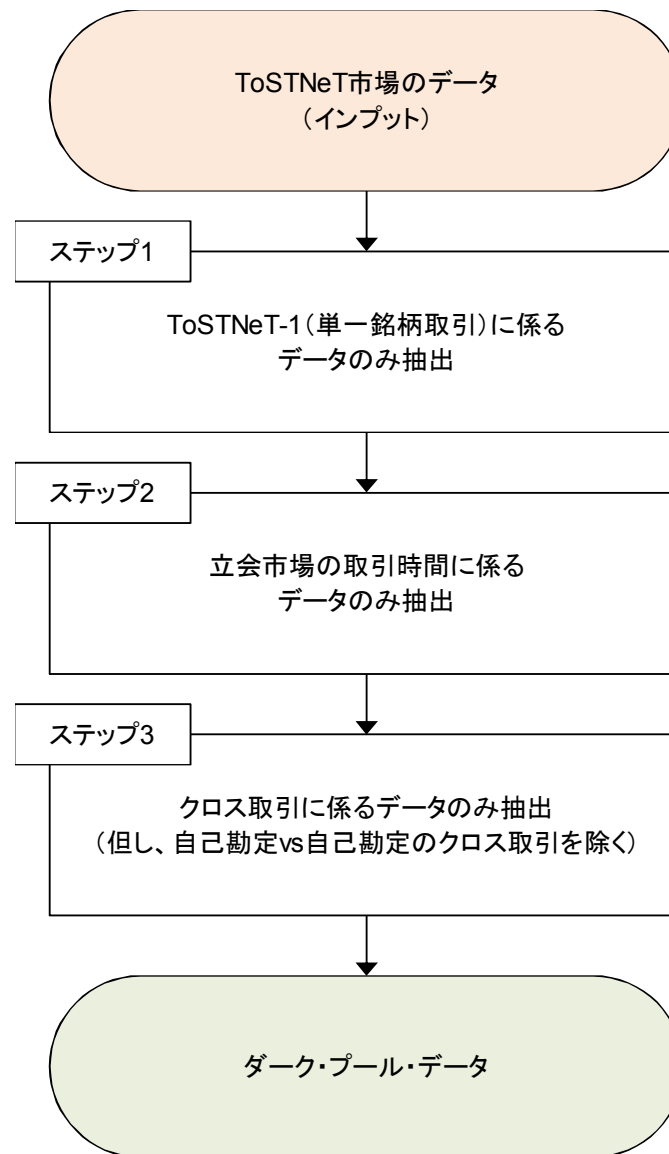
(ステップ3)

- ステップ2で抽出したデータから、クロス取引(同一証券会社間の取引)に係るデータを抽出(但し、自己vs自己を除く)。



上記のステップを経て抽出したデータについて、「ダーク・プール・データ」と呼ぶ。

データ抽出に係るフロー・チャート



データの分類

(ステップ4)

- ダーク・プール・データに記録される約定時刻から、時間を遡る方向に、約定価格とBBO(ask、bid、midのいずれか)が合致する参照時刻を探索する(一番最初に見つかったもの)。
- 参照時刻・参照価格が存在しない取引は、NRP(no reference price)として識別不能取引(unidentified trades)に分類。

(ステップ5)

- 「約定時刻－参照時刻」が100ミリ秒超となる取引について、SRL(search range limitations)として識別不能取引に分類。

(ステップ6)

- 「約定時刻－参照時刻」が5ミリ秒未満となる取引について、TLL(transmission latency limitations)として識別不能取引に分類。

データの分類(続き)

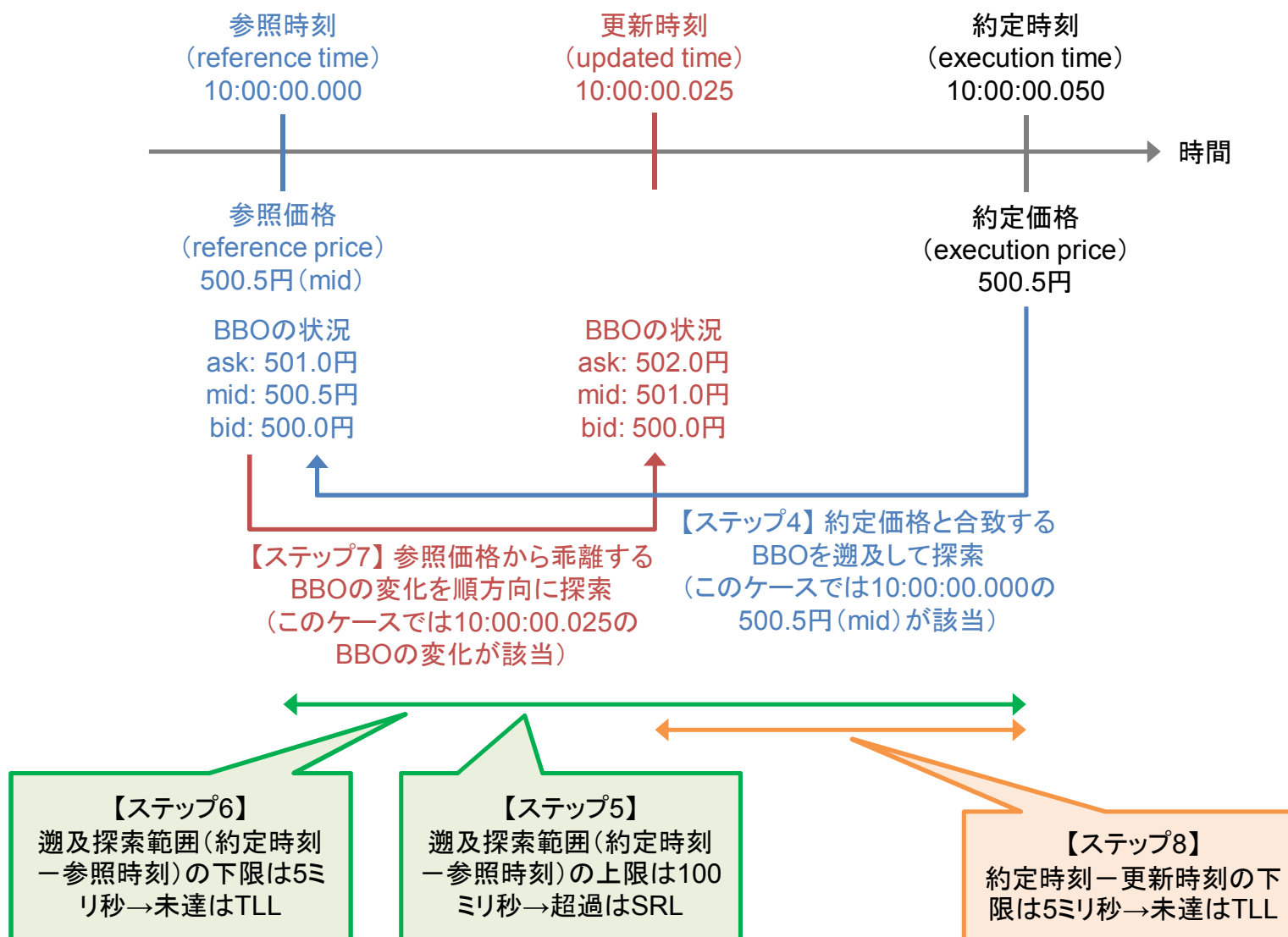
(ステップ7)

- 参照時刻から時間を迎える方向(順方向)で、参照価格から乖離するようなBBOの変化を探索し、一番最初に見つかったものを更新時刻とする。
- 更新時刻が存在しない取引については、通常取引(non-stale trades)として識別可能取引(identified trades)に分類。

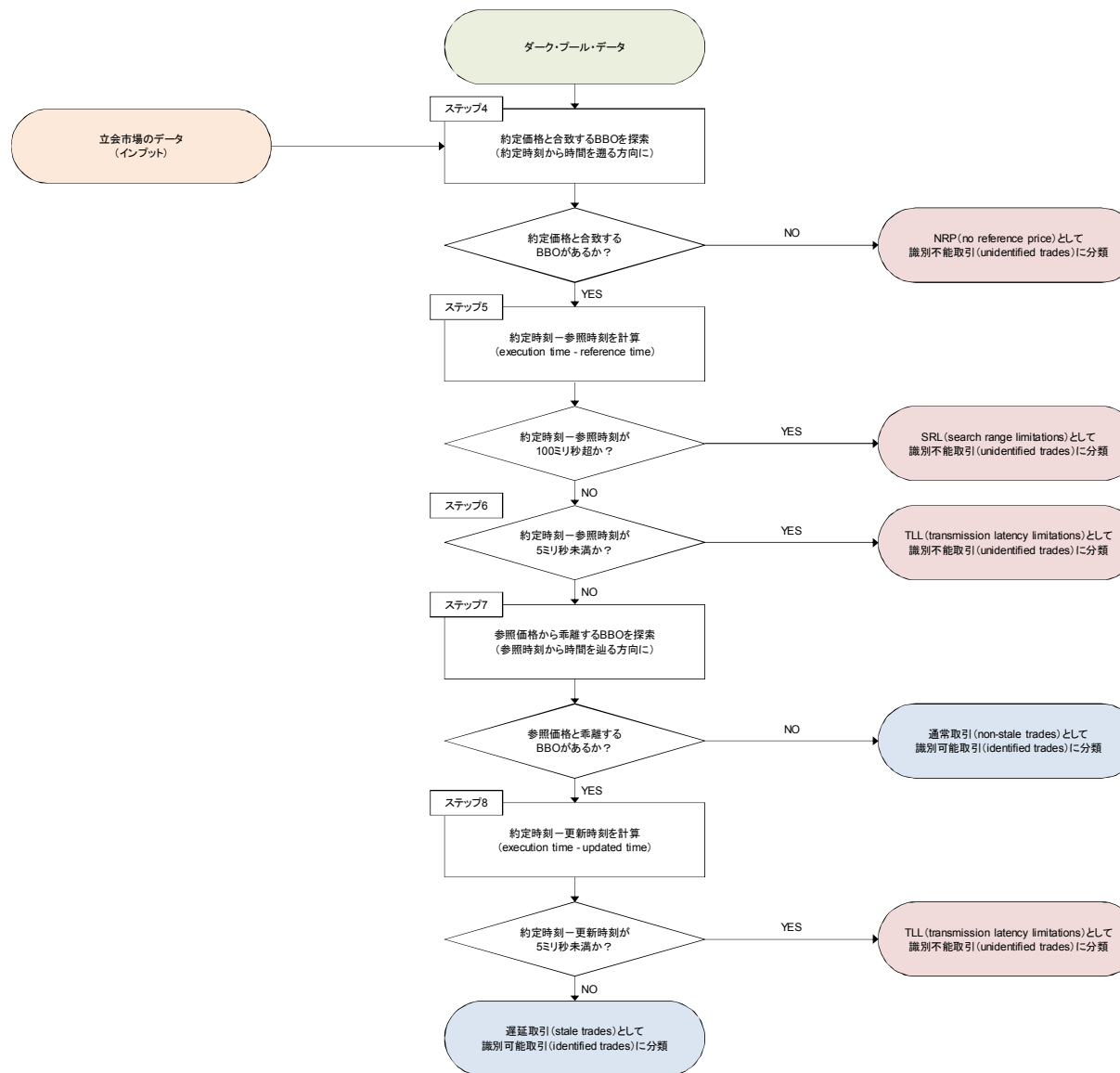
(ステップ8)

- 「約定時刻－更新時刻」が5ミリ秒未満となる取引について、ステップ6と同様、TLLとして識別不能取引に分類。
- 一方、「約定時刻－更新時刻」が5ミリ秒以上となる取引については、遅延取引(stale trades)として識別可能取引に分類。

参照時刻・更新時刻・約定時刻のイメージ



データ分類に係るフロー・チャート



カバレッジ

データ分類	売買代金 (円)	比率 1 (%)	比率 2 (%)
ToSTNeT 市場全体	340,094,014,625,473	100.00	—
うち ToSTNeT-1 (単一銘柄取引)	235,280,172,505,863	69.18	—
うちダーク・プール・データ	135,360,323,953,008	39.80	100.00
うち識別不能取引 (unidentified trades)	82,017,519,430,615	—	60.59
うち NRP (no reference price)	14,692,570,604,139	—	10.85
うち SRL (search range limitations)	55,183,323,758,694	—	40.77
うち TLL (transmission latency limitations)	12,141,625,067,782	—	8.97
うち識別可能取引 (identified trades)	53,342,804,522,394	—	39.41
うち通常取引 (non-stale trades)	44,387,147,011,068	—	32.79
うち遅延取引 (stale trades)	8,955,657,511,326	—	6.62

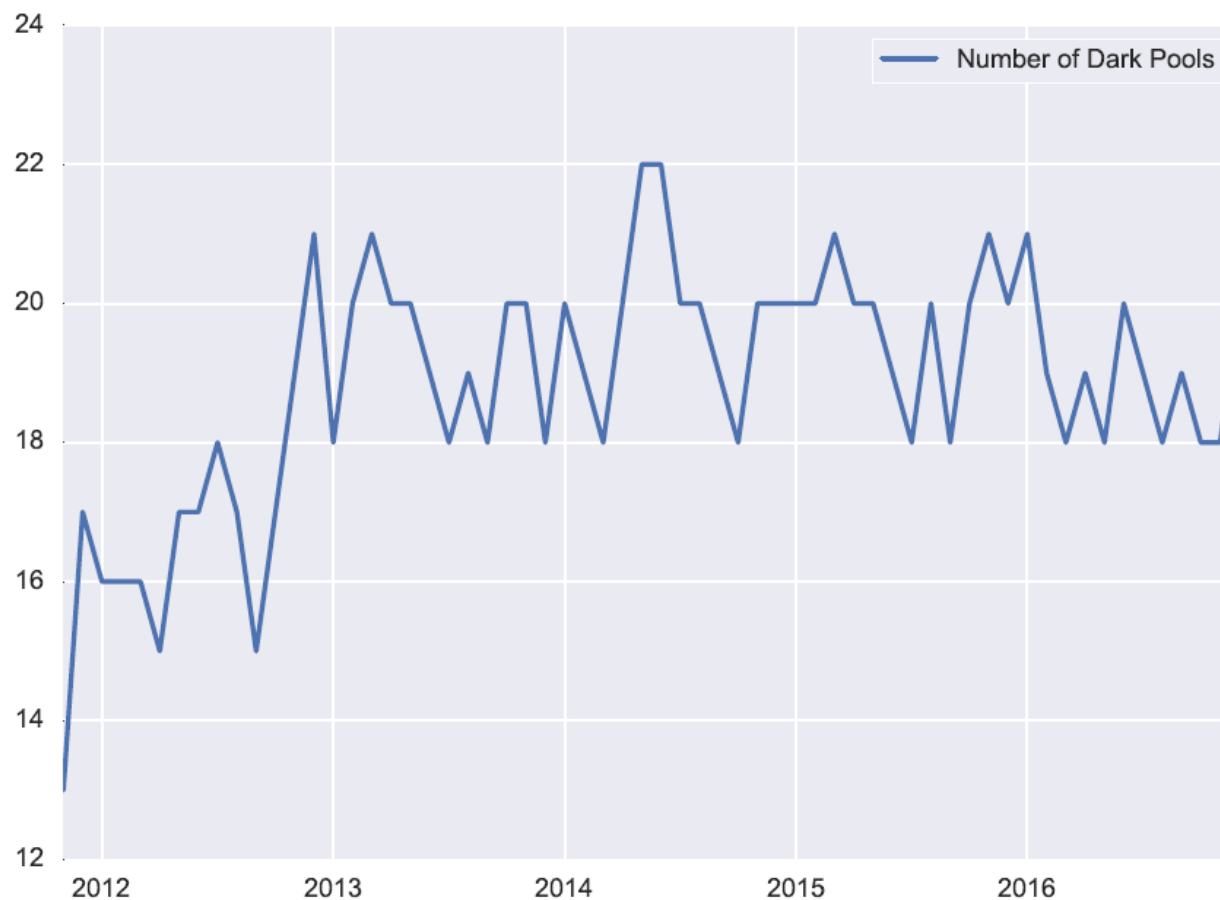
- * 売買代金は、2011年11月21日～2016年12月30日までの合計。
- * 比率1は、ToSTNeT市場全体に対する各データ分類の構成比率を示す。
- * 比率2は、ダーク・プール・データに対する各データ分類の構成比率を示す。

このデータが、以降
の分析・検証における
メインとなる部分

実態分析

ダーク・プールの数

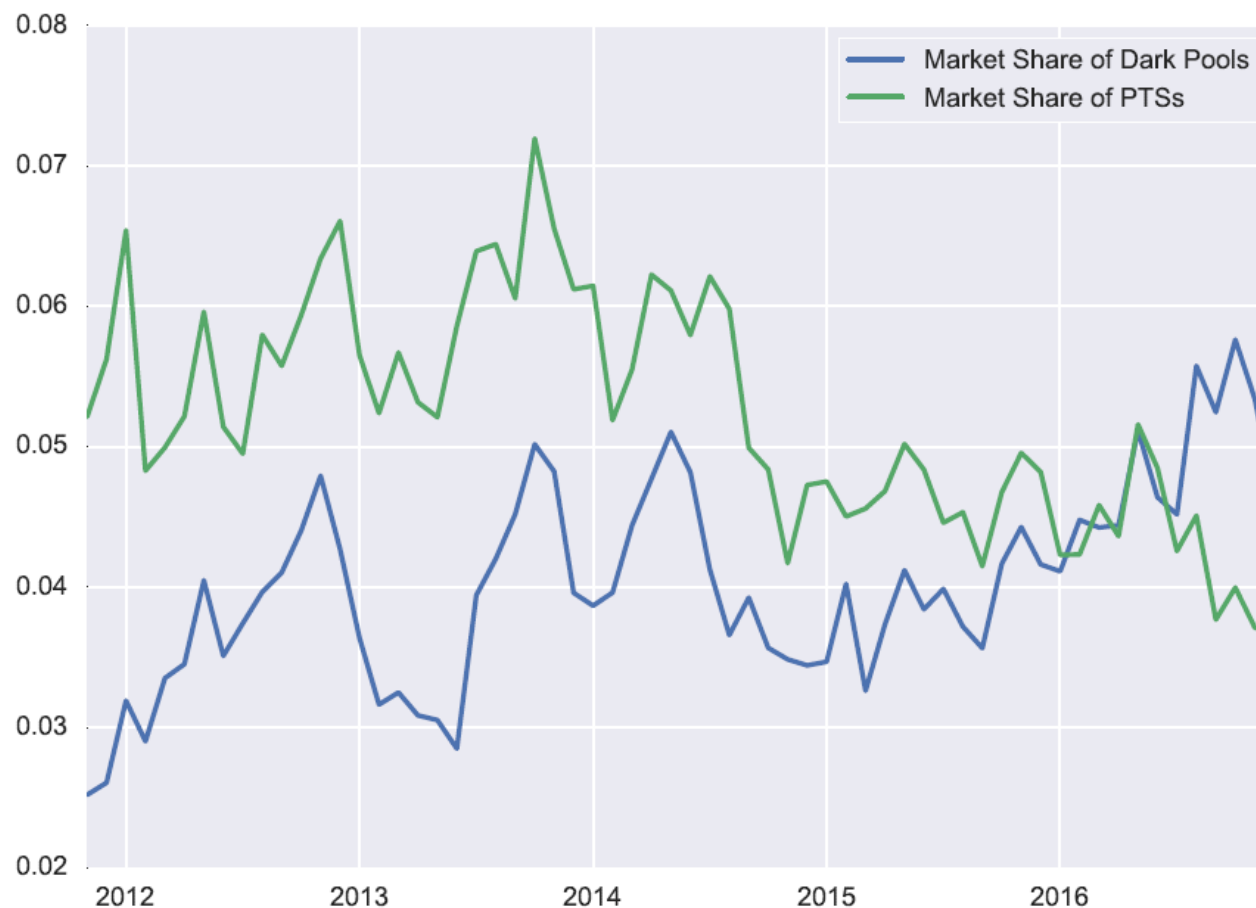
- 2013年以降は、19社～20社程度で安定的に推移。
- 但し、顔触れは変わっている(2013年以降に継続しているのは12社のみ)。



※ダーク・プールの数: 識別可能取引が行われたダーク・プールの数を集計(単位: 社)

ダーク・プールのシェア

- ダーク・プールのシェアは総じて増加傾向(特に2015年以降は顕著)。
- 2016年央からは、PTSのシェアを追い抜いている状況。

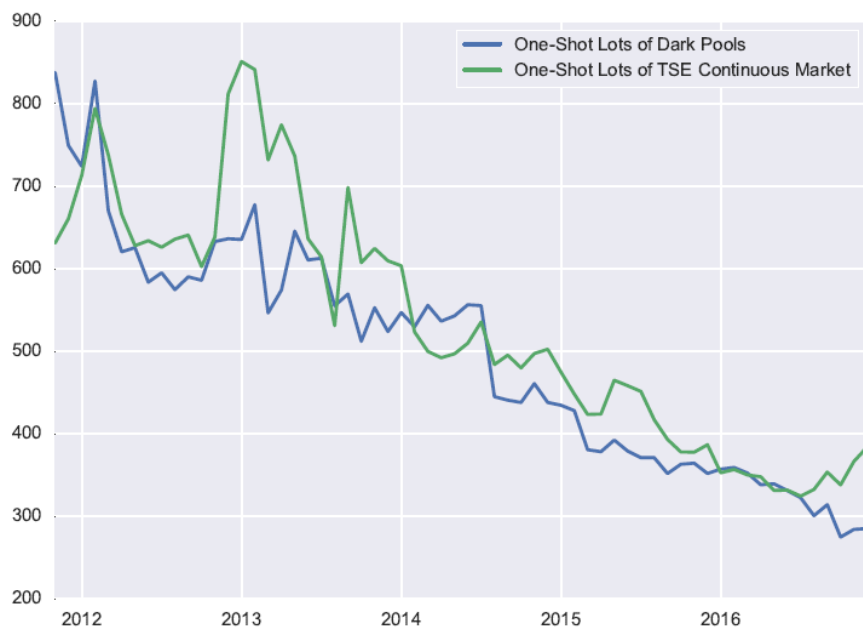


※ダーク・プール及びPTSのシェア:識別可能取引が行われたダーク・プールのダーク・プール・データの売買代金及びPTSの売買代金(出所:日本証券業協会)について、それぞれ東証市場全体(ToSTNeT市場を含む)の売買代金で除して算出

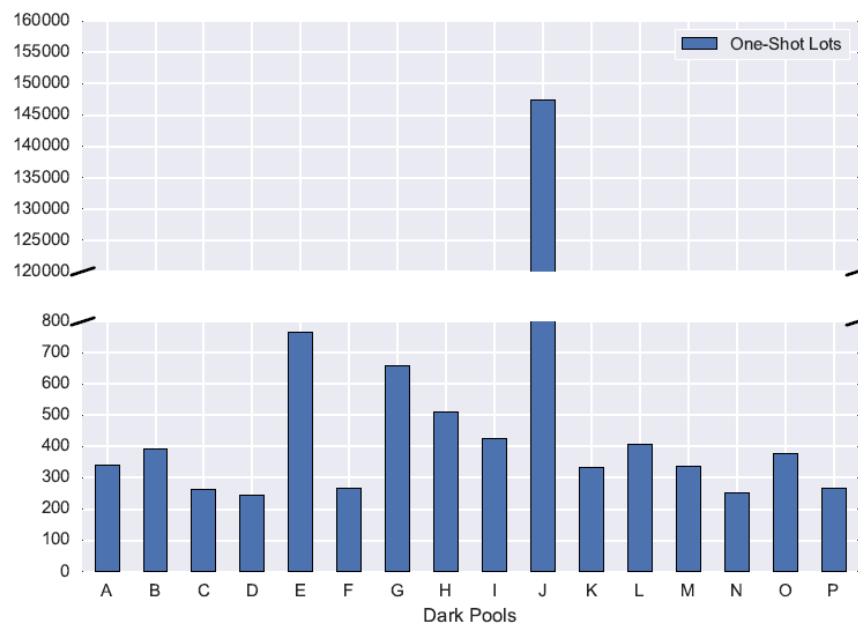
1取引当たりの売買高

- ダーク・プール全体としては減少傾向にあり(2012年初で800株→2016年末で300株を割り込む)、東証立会市場とほぼ同様の傾向を見せている。
- ダーク・プール別に見ると、一部、大口取引に特化しているところもあるものの、総じて小口取引が中心となっていることがわかる。

ダーク・プール全体の推移



ダーク・プール別の状況(2016年)



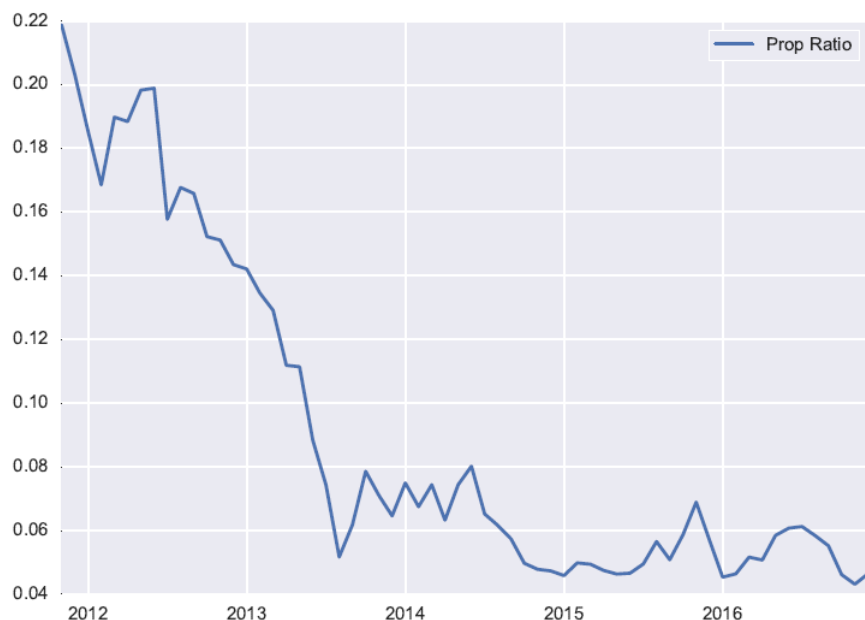
※ダーク・プールにおける1取引当たりの売買高: 識別可能取引に係る売買高を取引件数で除して算出(単位: 株)

※東証立会市場における1取引当たりの売買高: 東証立会市場の売買高を取引件数で除して算出(単位: 株)

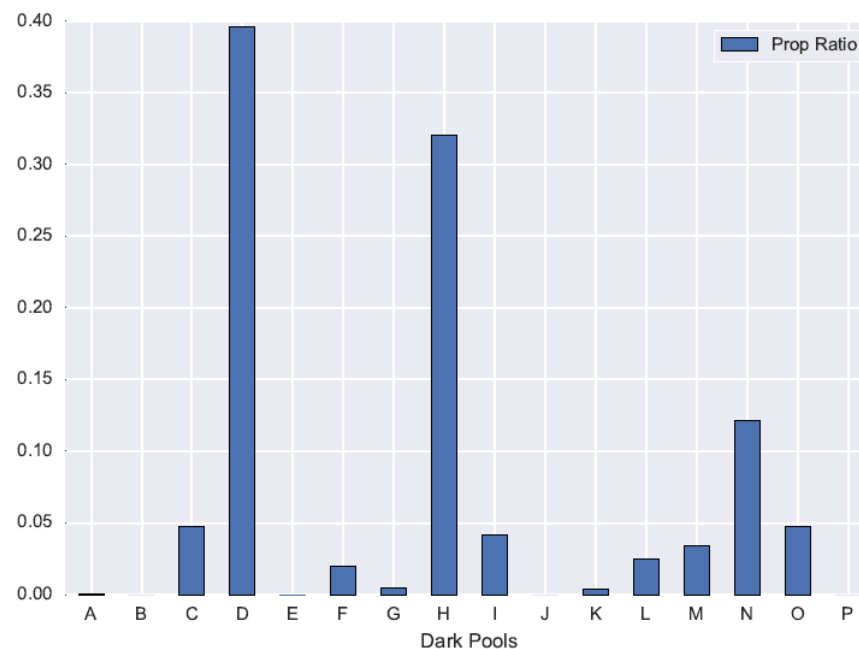
ダーク・プール運営者による自己取引の関与率

- ダーク・プール全体としては減少傾向にあるものの（2012年初で20%→2015年以降は5%程度）、外自己やエクイティ・スワップの影響が混在するため、実質的な自己関与率から乖離している可能性も。
- ダーク・プール別に見ると、総じて自己取引の関与率は低いものの、一部、ダーク・プール運営者自身が多くの流動性を提供しているところもある。

ダーク・プール全体の推移



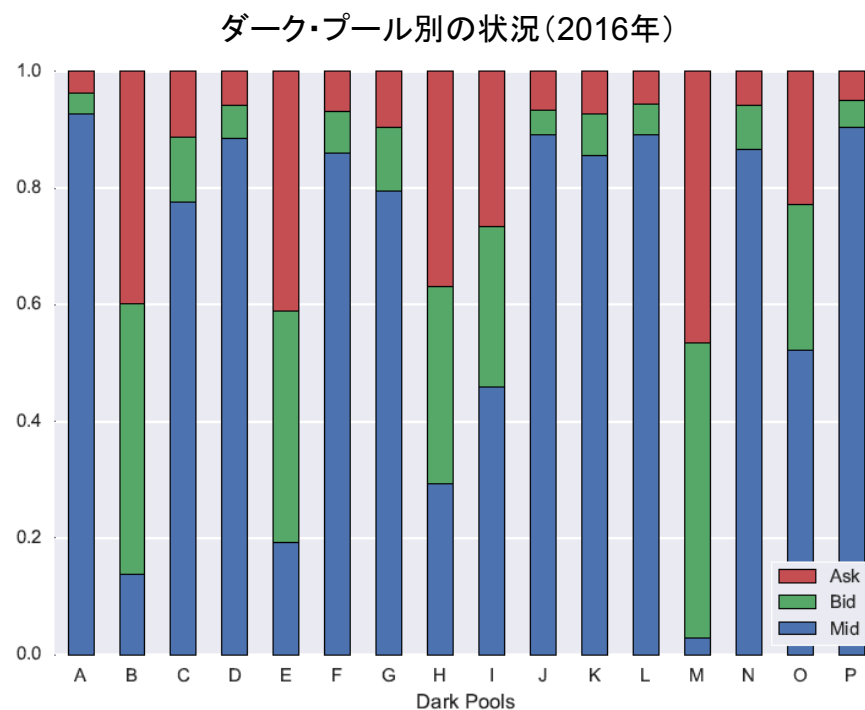
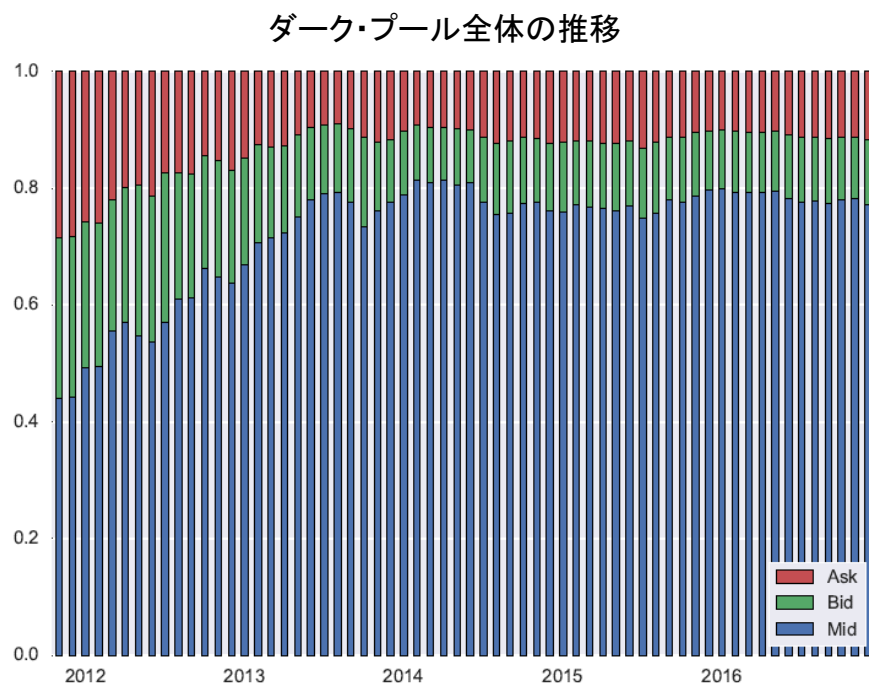
ダーク・プール別の状況(2016年)



※ダーク・プール運営者による自己取引の関与率:ダーク・プール運営者の自己勘定による売買代金を委託勘定も含めた総売買代金で除して算出(ダブル・カウント・ベース)

参照価格の種別割合 (ask、bid又はmid)

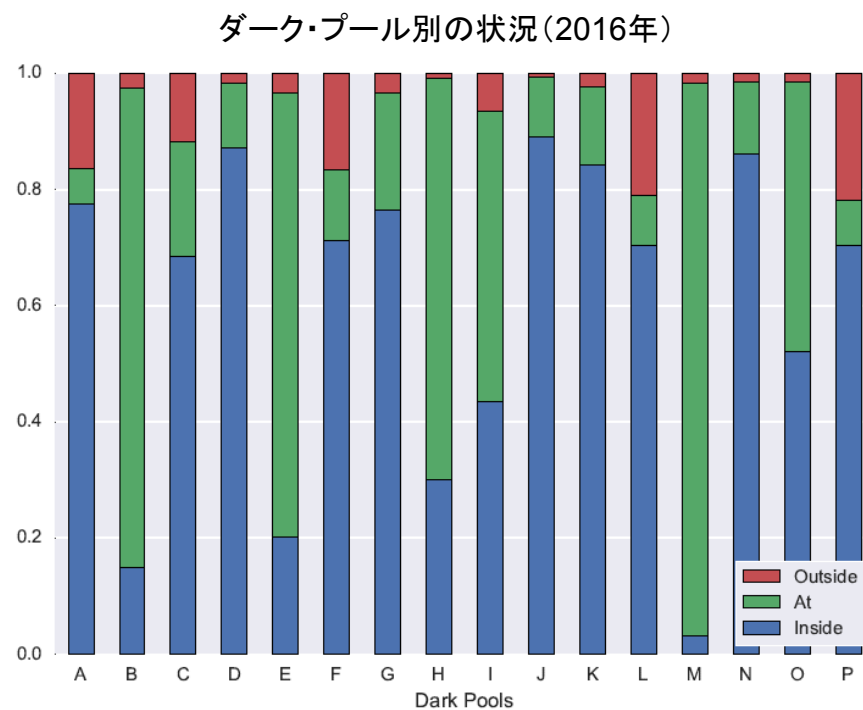
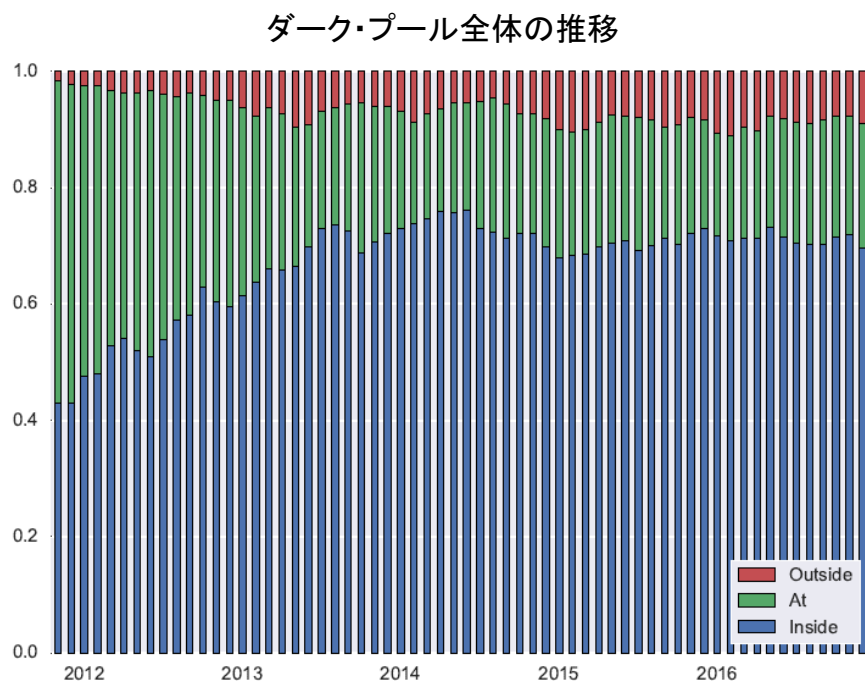
- ダーク・プール全体としては、BBOのmidを参照価格とする取引が増加傾向にある(2012年初で50%→2014年以降は80%)。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、midを参照価格とする所が多いものの、一部、askやbidが多くなっている所も存在する。



※参照価格の種別割合: 識別可能取引について、東証立会市場におけるask(最良売り気配値)、bid(最良買い気配値)又はmid(ミッドポイント)のいずれを参照価格としているか、売買代金ベースでそれぞれの割合として算出

約定価格とBBOの関係性 (inside、at 又は outside)

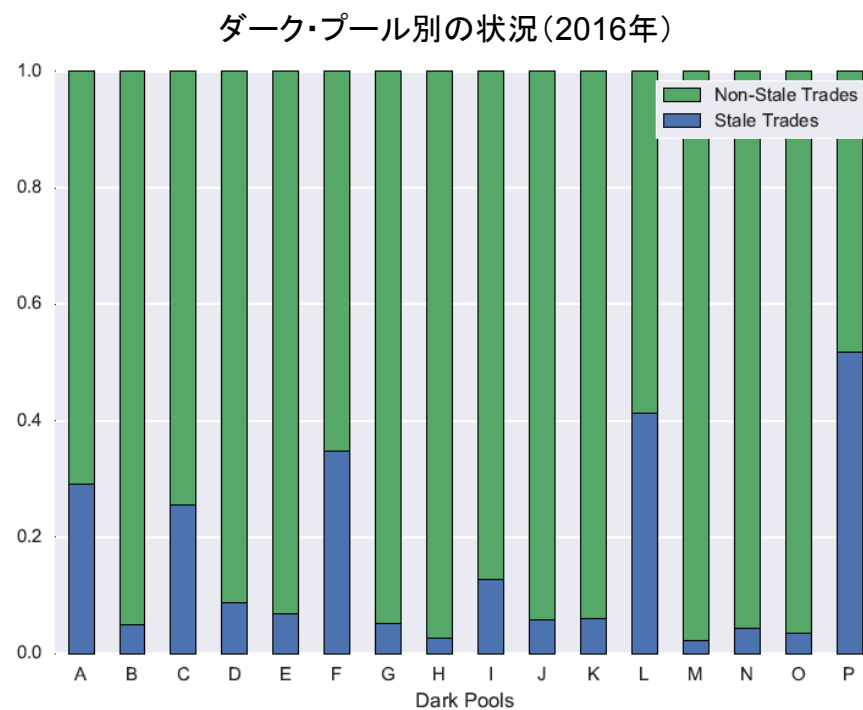
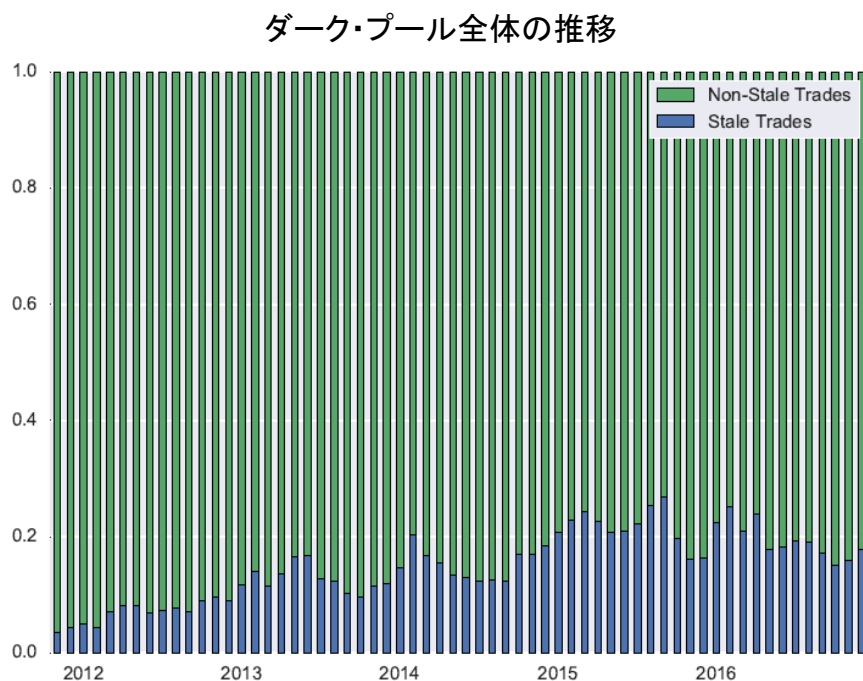
- ダーク・プール全体としては、最終的にBBOのinsideで約定している取引が増加傾向にある(2012年初で50%→2014年以降は70%)。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、insideで約定している所が多いものの、一部、atやoutsideでの約定が多くなっている所も存在する。



※約定価格とBBOの関係性: 識別可能取引について、約定価格が約定時刻における東証立会市場のBBOのinside (内側)、at (同値) 又はoutside (外側) のいずれとなっているか、売買代金ベースでそれぞれの割合として算出

通常取引 (non-stale) と遅延取引 (stale) の割合

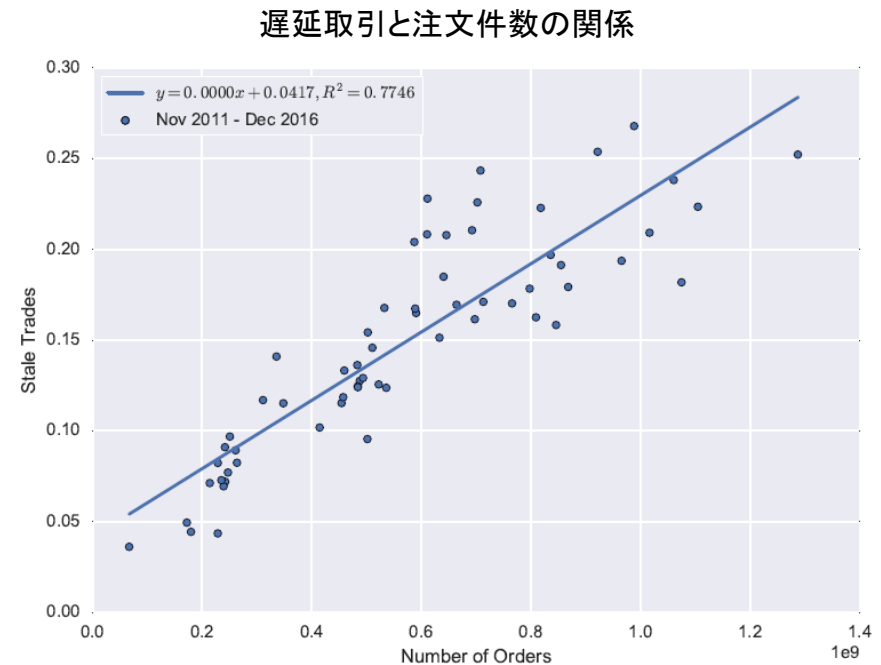
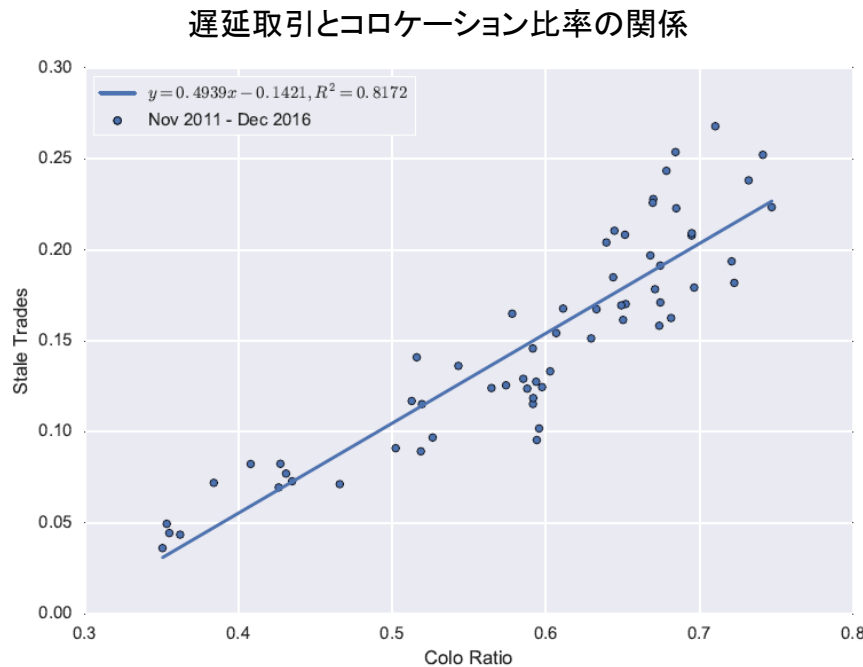
- ダーク・プール全体としては、遅延取引(想定した参照価格を外した約定)の割合が増加傾向にある(2012年初で5%→2015年以降は20%前後)。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、遅延取引の割合は低いものの、一部、割合が高くなっている所も存在する。



※ 通常取引と遅延取引の割合: 識別可能取引について、それが通常取引又は遅延取引のいずれとなっているか、売買代金ベースでそれぞれの割合として算出

遅延取引と取引の高速化・高頻度化

- 取引の高速化・高頻度化によって、BBOの変化するスピードが上昇し、ダーク・プールがそれを適切にトラックできていない可能性。
- 実際、遅延取引の割合と、コロケーション比率や注文件数(取引の高速化・高頻度化を示す代理変数)との間には、正の相関関係が確認できる。

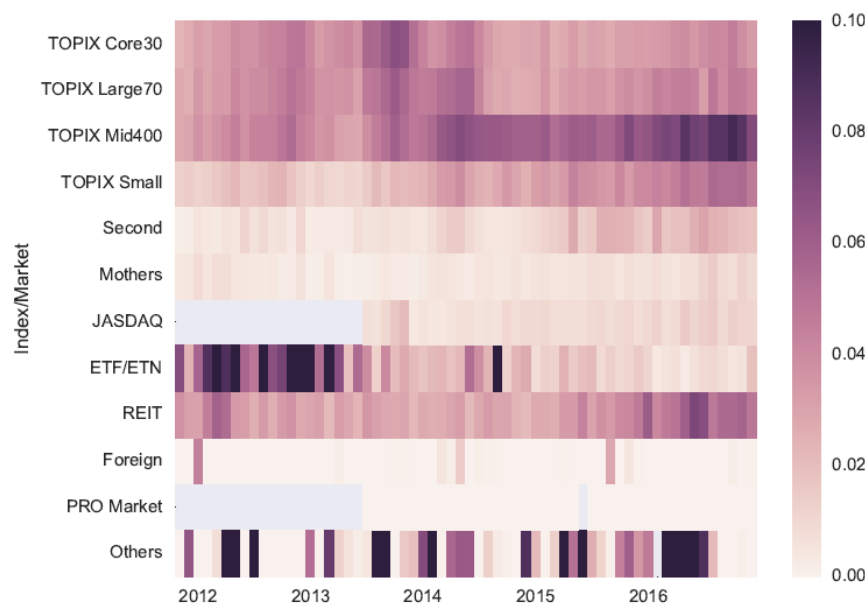


※コロケーション比率:コロケーション・エリアから発注された注文件数を総注文件数(コロケーションを含む)で除して算出
※注文件数:東証立会市場における総注文件数(新規注文、取消注文、変更注文を含む)の実数値

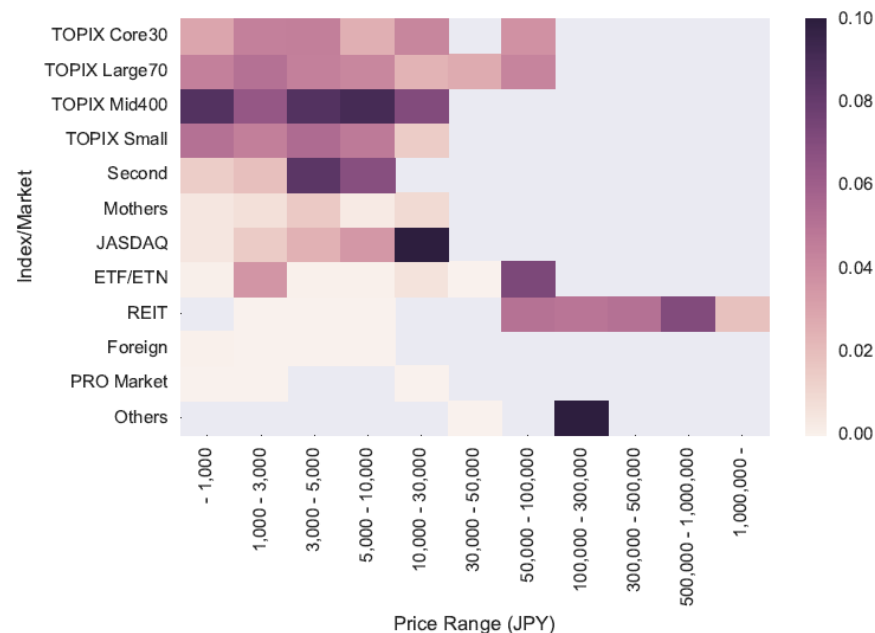
指数区分別(市場区分別)・価格帯別のシェア

- 従来、ダーク・プールの取引は大型株(TOPIX Core30やLarge70)が中心であったものの、足元では、中小型株(TOPIX Mid400やSmall)にシフト。
- 中心となっているTOPIX Mid400では、ティック・ウェイトが重い価格帯(~1,000円、3,000円~5,000円、5,000円~10,000円)でのシェアが高い。

指数区分別(市場区分別)のシェアの推移



指数区分別(市場区分別)・価格帯別のシェア(2016年)



※ダーク・プールのシェア:ダーク・プール・データの売買代金を東証市場全体(ToSTNeT市場を含む)の売買代金で除して算出し、色の濃淡で表現(色が濃い程、ダーク・プールのシェアが高い状況を示す)

遅延分析

レイテンシーという概念の導入

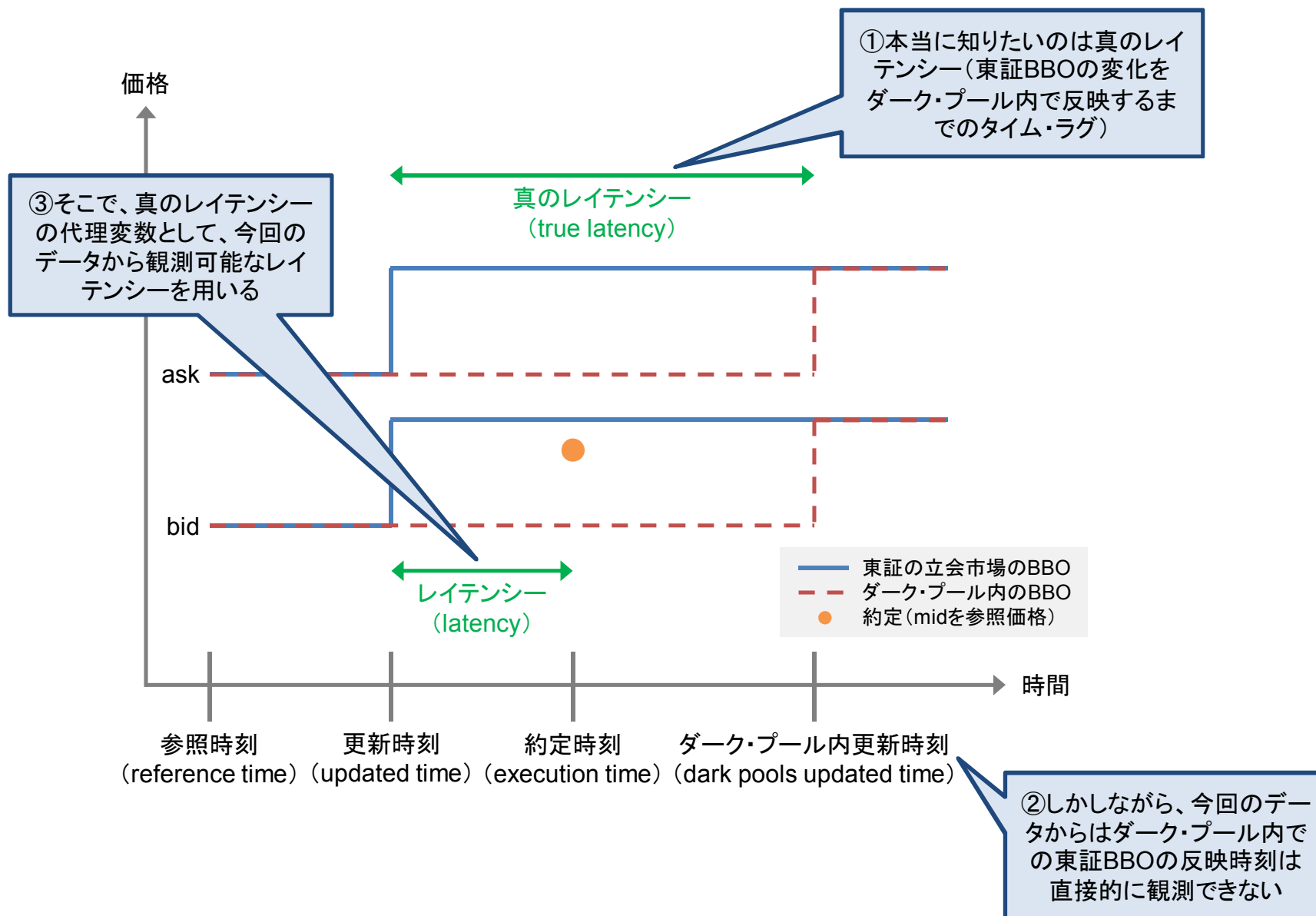
- 本当に知りたいのは、BBOの変化がダーク・プール内で反映されるまでのタイム・ラグ(真のレイテンシー)。

$$true_latency = t_{dark_pool_updated} - t_{updated}$$

- 但し、ダーク・プール内でBBOの変化が反映された実際の時刻は、今回のデータからは直接的に観測できない(ダーク・プール内での注文状況を示すデータが必要となる)。
- そこで、約定時刻と更新時刻の差としてレイテンシーを定義し、それを真のレイテンシーの代理変数として用いる。

$$latency = t_{execution} - t_{updated}$$

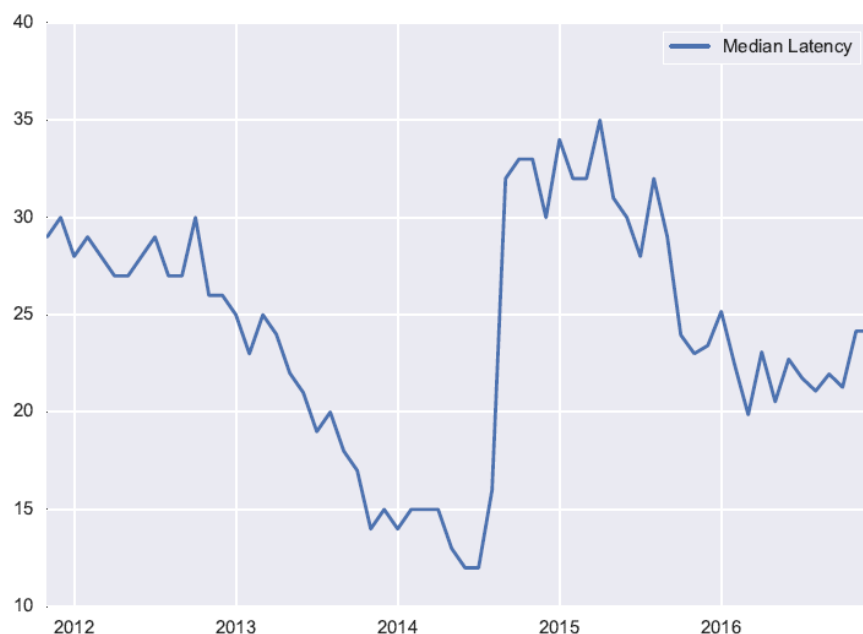
レイテンシーのイメージ



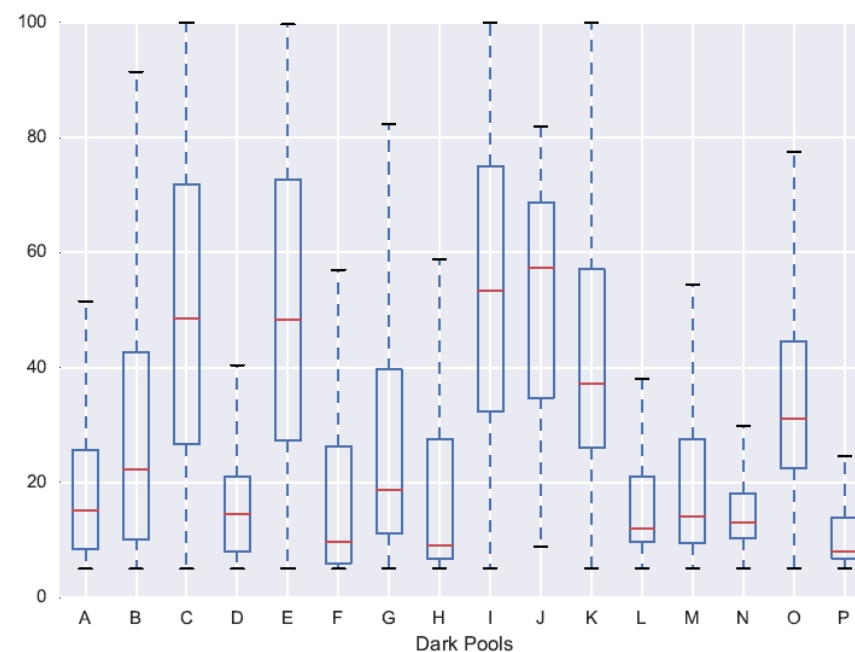
レイテンシー

- ダーク・プール全体として減少傾向にあったレイテンシーは、2014年央に急上昇し(詳細不明)、その後、2016年には20ミリ秒～25ミリ秒で推移。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、レイテンシーは低い値を示しているものの、バラツキが大きい所も存在する。

ダーク・プール全体の推移



ダーク・プール別の状況(2016年)



※レイテンシー:遅延取引について、その中央値等を算出(単位:ミリ秒)

※箱の上下のひげの長さはIQR(四分位範囲)の1.5倍として計算(外れ値は描画していない)

レイテンシー・コストと価格改善の導入

- **トータル・コスト** (実際に生じるコスト)

$$total_cost_{it} = \begin{cases} (price_{it} - bid_{execution,it}) \times volume_{it} & \text{(買い手の場合)} \\ (ask_{execution,it} - price_{it}) \times volume_{it} & \text{(売り手の場合)} \end{cases}$$

- **想定コスト** (midを参照価格とした通常取引のもとで想定されるコスト、常に-half・スプレッドに等しい)

$$expected_cost_{it} = \begin{cases} (mid_{execution,it} - bid_{execution,it}) \times volume_{it} & \text{(買い手の場合)} \\ (ask_{execution,it} - mid_{execution,it}) \times volume_{it} & \text{(売り手の場合)} \end{cases}$$

- **レイテンシー・コスト** (遅延取引によって追加的に生じるコスト)

$$latency_cost_{it} = \begin{cases} (price_{it} - mid_{execution,it}) \times volume_{it} & \text{(買い手の場合)} \\ (mid_{execution,it} - price_{it}) \times volume_{it} & \text{(売り手の場合)} \end{cases}$$

- **相対的レイテンシー・コスト** (通常想定されるコストへの上乗せ分)

$$relative_latency_cost_{it} = \frac{latency_cost_{it}}{expected_cost_{it}}$$

レイテンシー・コストと価格改善の導入(続き)

- トータル・コスト、想定コスト、レイテンシー・コストの関係

$$total_cost_{it} = expected_cost_{it} + latency_cost_{it}$$

- 価格改善(実際に生じる価格改善)

$$price_improvement_{it} = \begin{cases} (ask_{execution,it} - price_{it}) \times volume_{it} & \text{(買い手の場合)} \\ (price_{it} - bid_{execution,it}) \times volume_{it} & \text{(売り手の場合)} \end{cases}$$

- 価格改善、スプレッド、トータル・コストの関係

$$price_improvement_{it} = spread_{execution,it} - total_cost_{it}$$

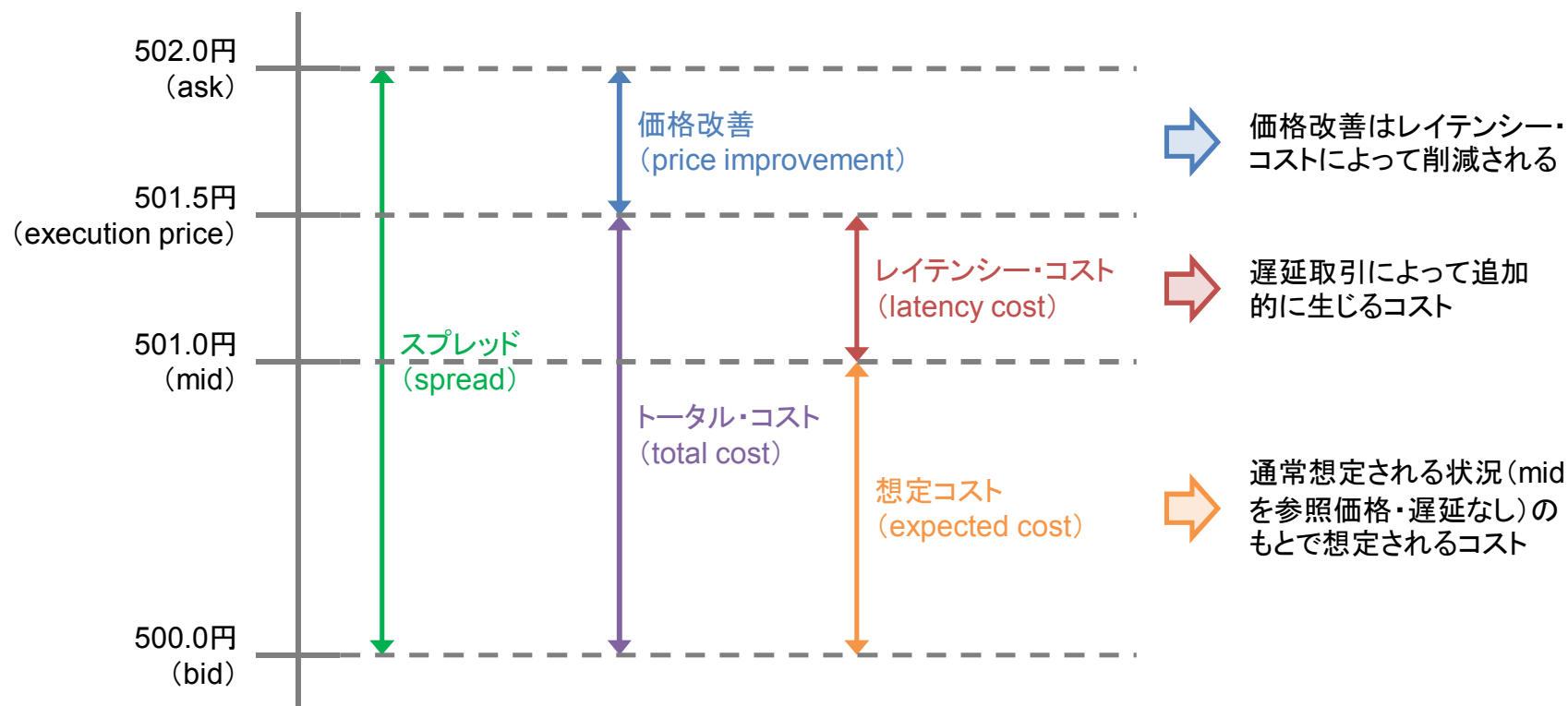
- 想定価格改善(midを参照価格とした通常取引のもとで想定される価格改善、常にハーフ・スプレッドに等しい)

$$expected_price_improvement_{it} = price_improvement_{it} + latency_cost_{it}$$

レイテンシー・コストと価格改善のイメージ

(下図の前提)

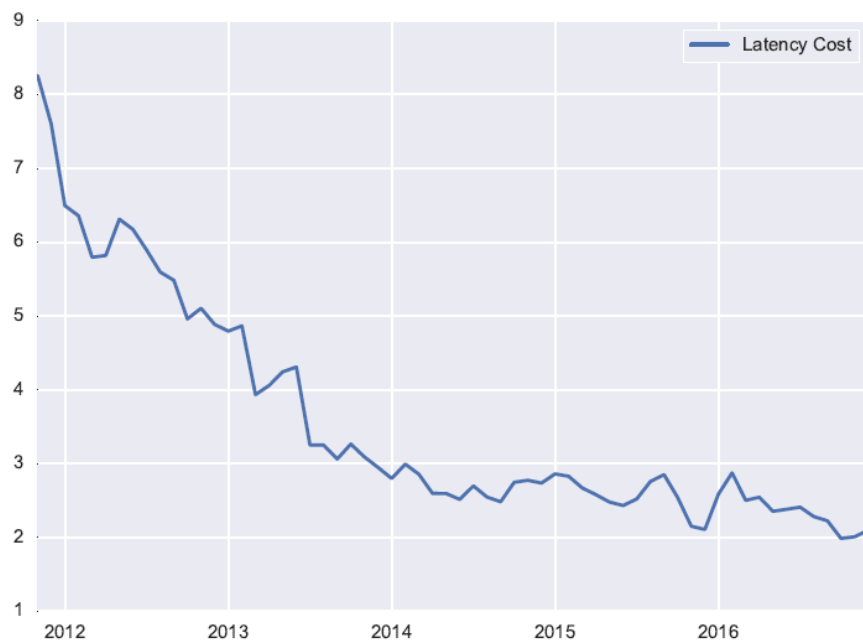
- 501.5円 (mid) を参照価格としていたものの、その後のBBOの変化を適切にトラックできず、結果、約定時刻でのBBO (ask:502.0円、bid:500.0円、mid:501.0円) を外してしまったケース (遅延取引)。
- 買い手の立場から見た場合の、コストや価格改善を図示 (売り手は逆)。



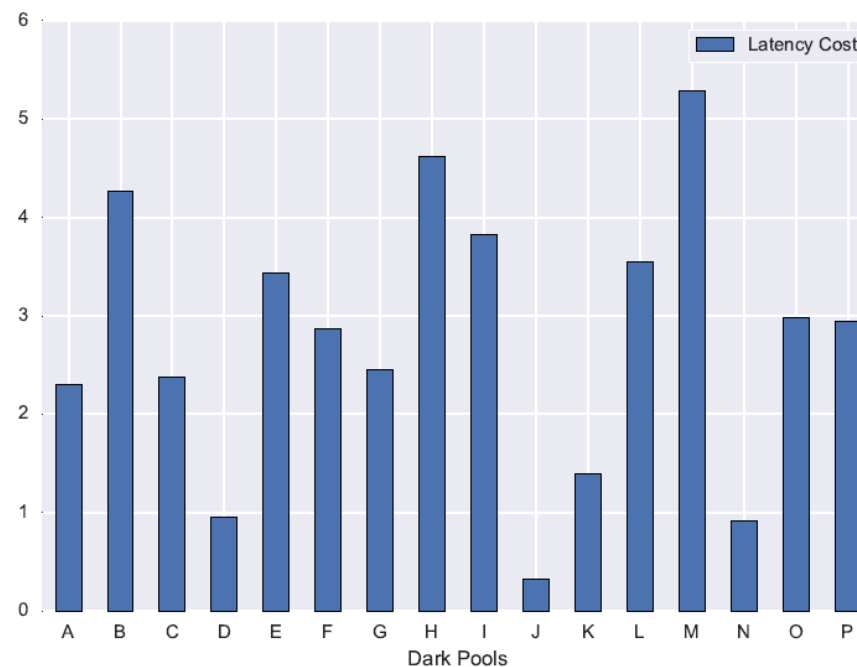
レイテンシー・コスト

- ダーク・プール全体としては、レイテンシー・コストは減少傾向にある(2012年初で6.5bps→2016年末で2bpsまで下がってきている)。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、レイテンシー・コストは低い値を示しているものの、高くなっている所も存在する。

ダーク・プール全体の推移



ダーク・プール別の状況(2016年)

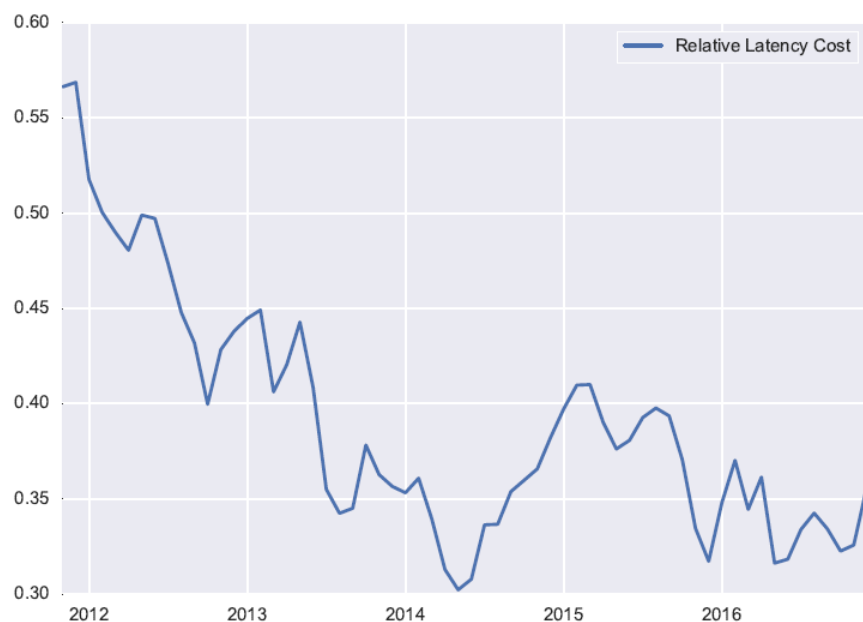


※レイテンシー・コスト: 識別可能取引について、レイテンシー・コストを想定売買代金(約定時刻におけるmidで売買が成立すると想定した場合の売買代金)で除して算出(単位:bps)

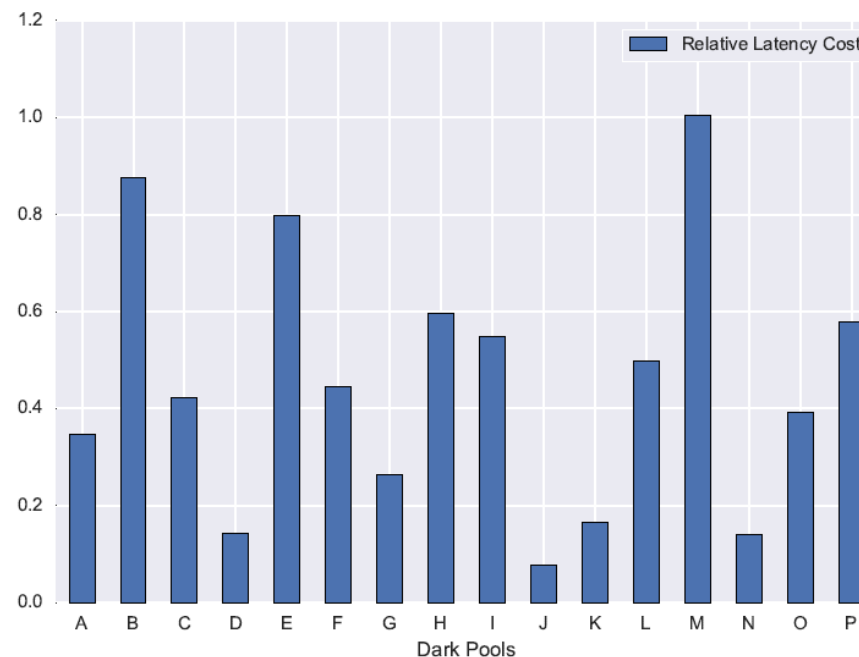
相対的レイテンシー・コスト

- ダーク・プール全体としては、相対的レイテンシー・コストは減少傾向にある（2012年初で50%超→2016年末には34%）。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、相対的レイテンシー・コストは低い値を示しているものの、100%を超える所も存在する。

ダーク・プール全体の推移



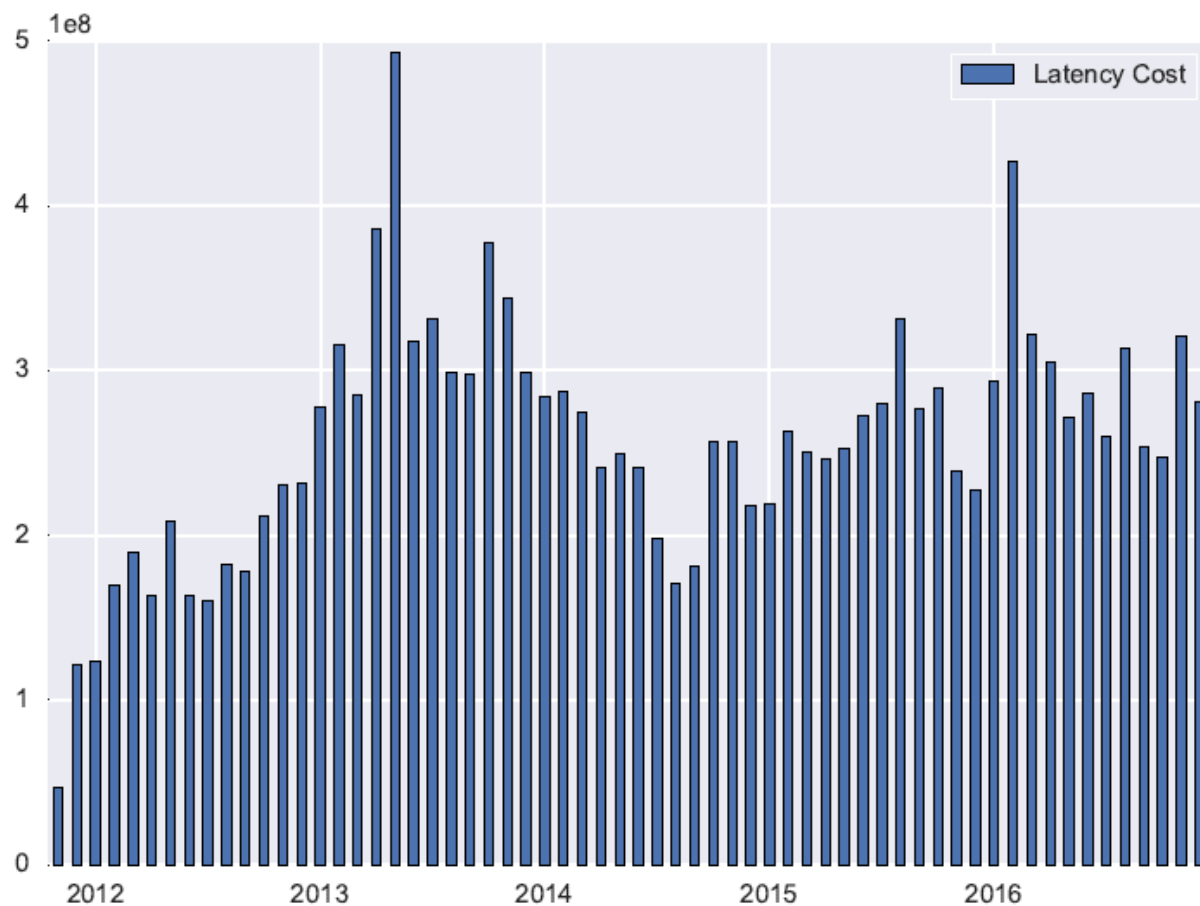
ダーク・プール別の状況(2016年)



※相対的レイテンシー・コスト: 識別可能取引について、レイテンシー・コストを想定コストで除して算出

レイテンシー・コストの規模

- 2016年で月当たりの平均で3億円、年間合計で36億円の規模。
- 但し、東証市場全体と比較すると僅少であり、経済的インパクトは小さい。

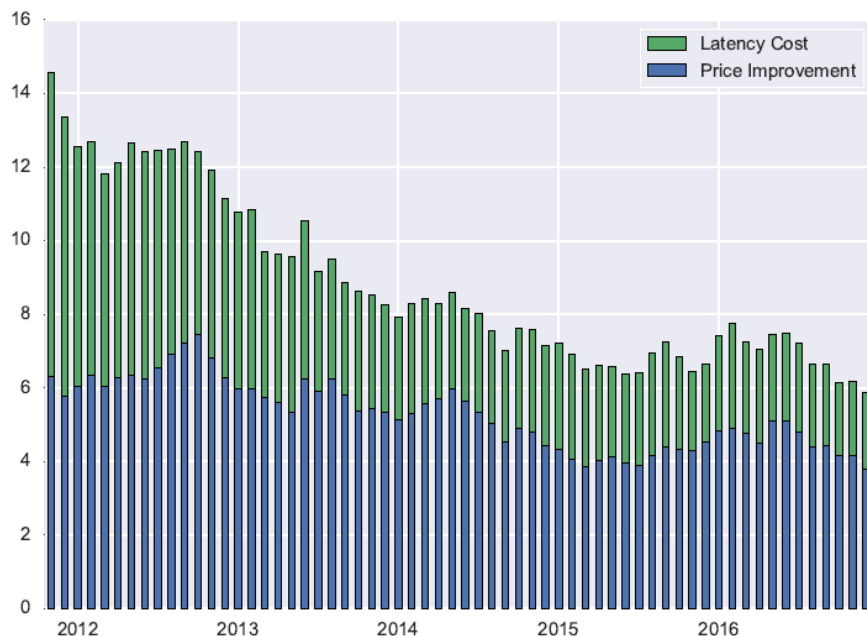


※レイテンシー・コスト: 識別可能取引について、レイテンシー・コストを集計(単位:円)

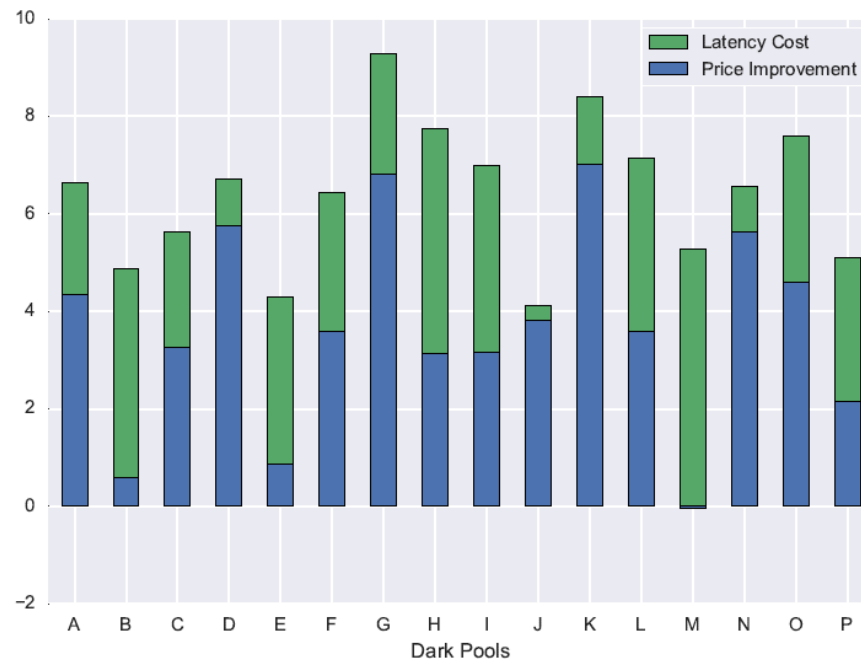
価格改善

- ダーク・プール全体としては、価格改善は減少傾向にある(2012年初で6bps→2016年末で4bps)。
- ダーク・プール別に見ると、総じて、価格改善は4bps程度の値を示しているものの、マイナスとなっている所も存在する。

ダーク・プール全体の推移



ダーク・プール別の状況(2016年)



※ 価格改善: 識別可能取引について、スプレッドとトータル・コストの算出(単位: bps)

※ 価格改善とレイテンシー・コストの積上げは、投資家が通常期待する想定価格改善を示す

ダーク・プール内の勝者と敗者

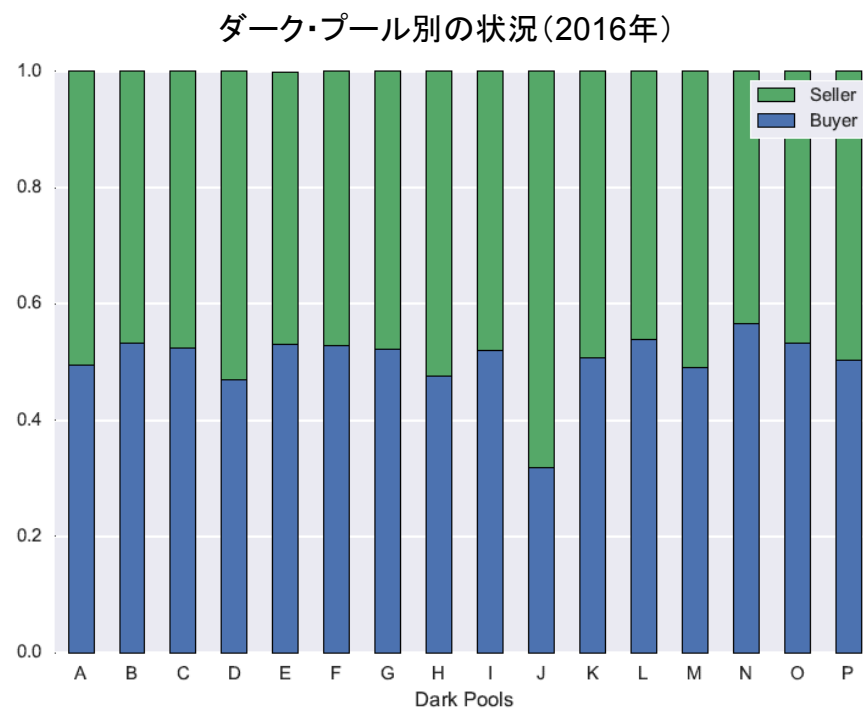
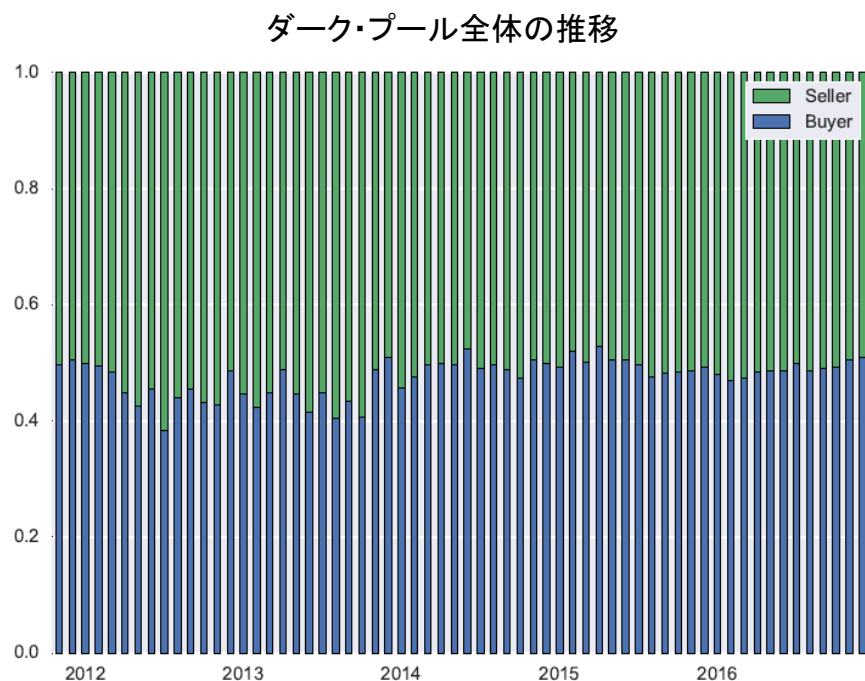
- 遅延取引によってレイテンシー・コストが生じていると言うことは、取引当事者の一方が敗者(通常想定されるコストに加えレイテンシー・コスト分の追加費用を支払う者)、もう一方が勝者(通常想定されるコストからレイテンシー・コスト分の追加利益を受ける者)という、ゼロ・サムの関係が生じていることを示す。
- また、勝者となれるのは、BBOの変化をダーク・プール内で反映するよりも早く行動し、ダーク・プールに残っている甘い注文を取りに行くことができる者と言えるため、一般的には、勝者＝速い投資家、敗者＝遅い投資家、と想定される。



- こうした点を検証するためには、様々な観点から、レイテンシー・コストの帰属主体を分析することが有益。

勝者の割合(売り手・買い手の別)

- ダーク・プール全体としては、売り手・買い手の別に見た場合、勝者の割合(敗者の割合=レイテンシー・コストの帰属主体)に偏りは見られない。
- ダーク・プール別に見ると、一部、偏りが見られるところもあるものの、総じて、勝者の割合は売り手・買い手に均一に分布している。



※ 勝者の割合: 識別可能取引について、売り手及び買い手の別にそれぞれレイテンシー・コストを集計し算出

勝者の割合(その他の観点)

(本稿の制約)

- 本稿で用いるデータからは、売り手・買い手の別以外の区分で、レイテンシー・コストの帰属主体を分析することができない。
- そこで、今後の分析・検証に資する目的から、先行研究(Anderson et al. (2016)及びAquilina et al. (2016))で用いられた区分を紹介する。

観点①: アクティブ・パッシブの別

- 取引当事者について、もともとダーク・プール内の板に注文を置いていた者(パッシブ・サイド)と、それに反対注文をぶつけて約定させた者(アクティブ・サイド)に区分する方法。

観点②: 投資家層の別

- 取引当事者の属性について、HFT、非HFT、ダーク・プール運営者の自己取引といった形で区分する方法。

【参考】先行研究での結果

- 勝者の多くがアクティブ・サイドに偏っており、また、その大半をHFTが占めているという状況が確認されている。

今後に向けて

情報開示の重要性(私見)

- 証券取引の世界は自己責任の原則を基に成立している。
- この点、現在の日本におけるダーク・プールのように、市場としての具体的な規制の枠組みが存在しない中では、投資家とダーク・プール運営者との間の信頼関係がその基礎となる。
- しかしながら、米国を中心とした諸外国においては、こうした信頼関係が蔑ろにされるような事案が頻発している。



- 投資家がダーク・プールの利用是非を判断するうえで重要となる情報が、全ての投資家に公平に提供されているかどうかという情報開示の点は、非常に重要な要素。
- 特に機関投資家のようなプロではない個人投資家にきちんと情報が開示されない場合、どのような手当てが適切なのか、自己責任だけでなく投資家保護の観点からも重要な論点となる。

参考文献

参考文献(抜粋)

- Anderson, Lisa, Baiju Devani, and Yifan Zhang (2016) “The Hidden Cost: Reference Price Latencies,” March, IIROC Trading Review and Analysis.
- Aquilina, Matteo, Sean Foley, Peter O’Neill, and Thomas Ruf (2016) “Asymmetries in Dark Pool Reference Prices,” September, FCA Occasional Paper 21.
- Australian Securities and Investments Commission (2015) “REPORT 452: Review of high-frequency trading and dark liquidity,” October, REP 452.